

анализируемых проб, или вводить теоретические поправки на матричные эффекты. Для градуировки по стандартным образцам необходимо предварительно выполнить большой объем экспериментальных работ и даже при этом условии, особенно в случае многокомпонентных систем, остается неопределенность в погрешности определения концентрации. Для введения теоретических поправок необходима идентификация матричных эффектов.

В данной работе были получены экспериментальные зависимости интенсивности рентгенофлуоресцентного излучения от концентрации для ряда элементов (Al, Si, Ti, V, Mn, Fe), растворенных в стекле на основе тетрабората лития $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$. Подобные стекла представляют интерес для разработки функциональных материалов – элементов памяти, коммутирующих устройств и т.п., а также для рентгенофлуоресцентного анализа керамических и силикатных материалов, где они используются в качестве матриц. Показано, что для некоторых элементов (V, Fe) зависимость интенсивности рентгенофлуоресцентного излучения от концентрации является линейной, для других (Si, Ti, Mn) – могут наблюдаться значительные отклонения от линейности.

1. Афонин В.П., Гуничева Т.Н., Пискунова Л.Ф. Рентгенофлуоресцентный силикатный анализ. Новосибирск: Наука, 1984. 225 с.
2. Бахтияров А.В. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ в геологии и геохимии. – Л., Недра, 1985. 144 с.

МЕХАНИЗМЫ ПРОВОДИМОСТИ В МЕРЗЛЫХ ДИСПЕРСНЫХ СТРУКТУРАХ

Копосов Г.Д., Волков А.С.*

Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия

*E-mail: a.s.volkov@narfu.ru

MECHANISMS OF CONDUCTIVITY IN FROZEN OF DISPERSE STRUCTURES

Koposov G.D., Volkov A.S.*

Northern (Arctic) Federal University named
after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

Annotation. Taking the Cole-Coly diagram technique as the basic one and separating of the relaxation part in the imaginary part of the complex permittivity two mechanisms of conductivity. The first mechanism is related to the jumping conductivity. Additional mechanism of conductivity is associated with the emergence of carriers because of pre-melting and the generation of carriers.

Электрофизические свойства поликристаллического льда значительно отличаются от свойств монокристаллического состояния: во-первых, для монокристаллов выполняется модель частотной дисперсии Дебая, во-вторых, электрофизические свойства льда определяются прыжковым механизмом проводимости ионных и ориентационных дефектов [1-3].

Определение действительной ε' и мнимой ε'' части комплексной диэлектрической проницаемости мерзлой дисперсной структуры на основе порошка мелкозернистого кварца влажностью 15 % проводились с помощью широкополосного диэлектрического спектрометра Novocontrol Concept 80 в диапазоне частот $10^{-2} \div 10^7$ Гц в области отрицательных температур.

Типичные зависимости $\varepsilon'(\omega)$ и $\varepsilon''(\omega)$ образца при $t = -70$ °С приведены на рис. 1. Наличие двух областей дисперсии на зависимости $\varepsilon'(\omega)$ и двух максимумов на зависимости $\varepsilon''(\omega)$ свидетельствует о наличии двух механизмов релаксации. Это подтверждает зависимость $\varepsilon''(\varepsilon')$. Из рис. 1 следует, что зависимости не соответствуют модели дисперсии Дебая. Для определения параметров распределения релаксаторов наиболее подходит, в связи со своей универсальностью, дисперсионное соотношение Гавриляка-Негами [4]:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\infty} + \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_{\infty}}{\left[1 + (i\omega\tau)^{1-\alpha}\right]^{\beta}} \quad (1)$$

В уравнении (1) ε_s и ε_{∞} - низкочастотная и высокочастотная диэлектрическая проницаемость, τ – наиболее вероятное время релаксации, α и β – коэффициенты распределения времени релаксации. Уравнение (1), при различных значениях коэффициентов α и β , переходит в дисперсионные соотношения Коул-Коула, Девидсона-Коула или Дебая [4]. Анализ зависимостей $\varepsilon'(\omega)$ и $\varepsilon''(\omega)$ осуществлялся с помощью математического пакета Origin Lab [5].

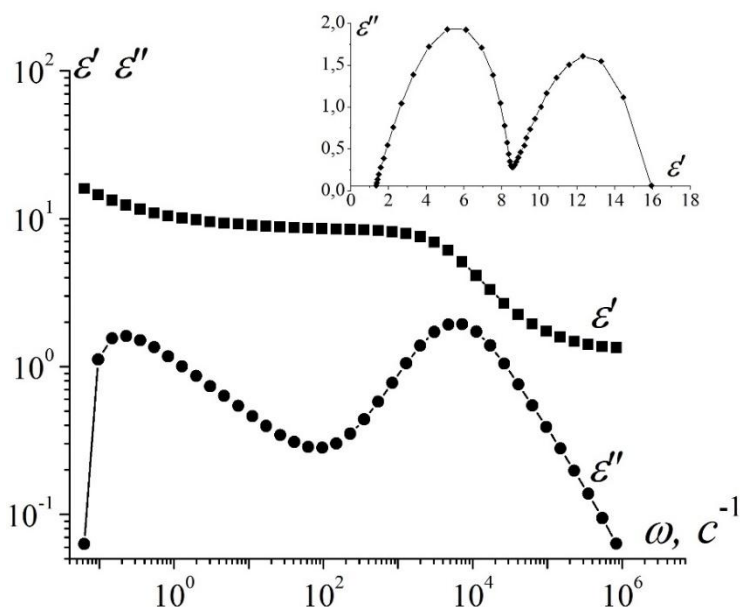


Рис. 1. Зависимости $\varepsilon'(\omega)$ и $\varepsilon''(\omega)$, диаграмма Коул-Коула мерзлого порошка кварца влажностью 15 %

Параметры распределения дисперсионного соотношения для области высоких и низких частот приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры дисперсионного соотношения Гавриляка-Негами

| Циклическая частота, с^{-1} | ε_s | ε_∞ | $\tau, \text{с}$ | α | β |
|--------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------|----------|---------|
| $10^{-2} \div 10^3$ | 16 | 8,6 | 6,5 | 0 | 0,5 |
| $10^3 \div 10^6$ | 8,4 | 1,54 | $1,7 \cdot 10^{-4}$ | 0,15 | 0,9 |

Наличие двух областей, отличающимися как временем релаксации, так и коэффициентами распределения, позволяют сделать вывод о существовании двух механизмов проводимости.

1. Тонконогов М.П., УФН, 168, 29 (1998).
2. Petrenko V.F., Whitworth R.W., Physics of ice, Oxford University Press (2006).
3. Jaccard C., Helv.Phys.Acta, 32, 89 (1959).
4. Копосов Г.Д., Тягунин А.В., Физика пассивных диэлектриков, Кира (2013).
5. Волков А.С., Волкова Ю.В., Физический вестник Института естественных наук и технологий САФУ, 14, 119 (2015).

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ НЕФТИ ПРИ НИЗКИХ ЧАСТОТАХ В ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР 170 – 230 К

Волков А.С.^{*}, Волкова Ю.В.

Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия

*E-mail: a.s.volkov@narfu.ru

DIELECTRIC PERMITTIVITY OF OIL AT LOW FREQUENCIES IN THE TEMPERATURE RANGE 170-230 K

Volkov A.S.^{*}, Volkova Yu. V.

Northern (Arctic) Federal University named
after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

The dielectric spectroscopy oil is widely used to study the dispersed structure. The article shows the frequency dependence of the dielectric permittivity of oil at low temperatures. Detected nonrelaxation character of the spectrum at low frequencies, it is associated with the plasma frequency.

Диэлектрическая спектроскопия широко используется для исследования дисперсной структуры нефтей. В работе [1] выявлено влияние на электрофизические свойства нефти оттаивания в поле тяжести Земли, в работе [2] определено влияние повторной заморозки нефти на значения диэлектрической прони-